



Résilience territoriale et trajectoire technopolitaine : Regard évolutionniste sur le cluster industriel et scientifique grenoblois

Bruno Moriset

► To cite this version:

Bruno Moriset. Résilience territoriale et trajectoire technopolitaine: Regard évolutionniste sur le cluster industriel et scientifique grenoblois. Hamdouch, A.; Depret, M.H.; Tanguy, C. Mondialisation et résilience des territoires. Trajectoires, dynamiques d'acteurs et expériences locales, Presses de l'Université du Québec, pp.292, 2012, Géographie Contemporaine, 978-2-7605-3287-8. halshs-00916104

HAL Id: halshs-00916104

<https://shs.hal.science/halshs-00916104>

Submitted on 9 Dec 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Bruno MORISET

Université Jean Moulin – Lyon 3 et UMR 5600 EVS

18 rue Chevreul 69 007 LYON

33 (0)4 78 78 74 19 – 33 (0)6 84 54 60 35

bruno.moriset@univ-lyon3.fr

Chapitre d'ouvrage

Résilience territoriale et trajectoire technopolitaine : Regard évolutionniste sur le cluster industriel et scientifique grenoblois

Référence complète :

Moriset, B. (2012) "Résilience territoriale et trajectoire technopolitaine : Regard évolutionniste sur le cluster industriel et scientifique grenoblois", in A. Hamdouch, M.-H. Depret, et C. Tanguy (eds.), *Mondialisation et résilience des territoires. Trajectoires, dynamiques d'acteurs et expériences locales*, Québec : Presses Universitaires du Québec, pp. 83-102.

Introduction

Depuis les travaux pionniers de G. Benko¹ (1991) et Castells et Hall (1994), la géographie des *clusters* d'activités de haute technologie a fait l'objet d'une abondante littérature scientifique (Braunerhjelm et Feldman, 2006 ; Breschi et Malerba, 2005 ; Saxenian, 1994). L'aire urbaine de Grenoble (530 000 hab.) figure au nombre de ces pôles technologiques majeurs. Elle est souvent présentée comme la « Silicon Valley française », et a suscité de nombreuses monographies et travaux comparatifs (De Bernardy, 1997 ; Druilhe et Garnsey, 2000 ; Grossetti, 2001 ; Lawton Smith, 2003).

Le succès de Grenoble peut paraître paradoxal. Enclavée dans une vallée étroite, la ville est située à l'écart des corridors de circulation européens. Ses aménités urbaines sont faibles. Vanier (2007, p. 13) évoque « une histoire urbaine très modeste » (28ème ville de France en 1851) et « des handicaps en matière de qualité urbaine patrimoniale et d'accessibilité internationale ».

¹ Prématurément disparu en 2009. L'auteur de ce chapitre souhaite lui rendre hommage.

Comme Gloversville aux Etats-Unis (Comté de Fulton, Etat de New York), Grenoble était au 19^{ème} siècle une capitale de la ganterie, qui employait 32 000 personnes en 1890. Dans les deux villes, la ganterie a été annihilée au cours du 20^{ème} siècle. Pourtant, alors que Gloversville n'est plus qu'une bourgade semi-rurale de 15 000 habitants (Trebay, 2009), Grenoble est devenue une métropole moyenne et un pôle technologique d'envergure mondiale. Pourquoi les événements ont-ils tourné d'une manière aussi différente ? Comment le tissu économique grenoblois a-t-il fait preuve d'une résilience suffisante pour affronter le défi de l'effondrement de son activité principale et prospérer dans une économie de flux mondialisée pour laquelle elle ne semblait guère favorisée par sa situation géographique ?

Les modèles de l'économie spatiale traditionnelle ou de la « Nouvelle Economie Géographique » sont d'un faible secours pour expliquer ce paradoxe. Krugman (1991, p. 498) reconnaît que son modèle « ne dit rien sur la localisation d'un secteur économique particulier ». Les éléments de l'écosystème local n'expliquent pas pourquoi l'histoire s'est déroulée à cet endroit et pas ailleurs. Pour répondre à cette question, nous proposons une approche évolutionniste (Boschma et Frenken, 2006), qui met l'accent sur les phénomènes de *path dependence* (Arthur, 1994 ; Martin et Sunley, 2006), en décrivant la chaîne des événements, le rôle des acteurs, leur interaction avec des contextes anciens (Storper, 2009).

La première section de ce chapitre décrit l'écosystème innovant actuel, illustration du modèle de la « triple hélice » (Etzkowitz, 2008)².

La section 2 montre comment, depuis le milieu du 19^{ème} siècle, les inventeurs et entrepreneurs locaux ont mis à profit les conditions naturelles locales pour lancer le processus de croissance économique et technologique. Initiatives entrepreneuriales, programmes d'investissement publics et cycles d'innovation se sont succédés, compensant le déclin des industries plus anciennes.

La réflexion évolutionniste met l'accent sur la co-évolution des institutions avec l'économie locale (Nelson, 1995). La section 3 porte ainsi sur les institutions

² Comme l'indique le titre de l'ouvrage, la triple hélice est l'alliance entre l'industrie (R&D des entreprises), le gouvernement au sens large (laboratoires publics et politiques d'aides à l'innovation de l'Etat et des collectivités territoriales), et l'Université (recherche et formation supérieure). La connotation "généticienne" de cette métaphore inspirée de la structure de l'ADN est adaptée à une conception évolutionniste du développement économique et technologique, dans laquelle les succès du présent seraient, en quelque sorte, inscrits dans les "gènes" du territoire.

politiques et leur coopération fructueuse avec les acteurs économiques et scientifiques, favorisant la génération de cercles vertueux.

La section 4 insiste sur « le chaînon manquant » de nombreuses analyses, qui est la guerre, « grand accélérateur de l'histoire ». Le rôle du complexe militaro-industriel (CMI) dans la croissance de la Silicon Valley et d'autres *clusters high-tech* comme Israël a été plusieurs fois commenté (Blank, 2007 ; Markusen *et al.*, 1991 ; Sturgeon, 2000 ; Fontenay et Erran, 2004). Ce chapitre montre comment deux guerres mondiales, et la situation géostratégique qui en a résulté, ont joué un rôle décisif dans la croissance de la ville, d'abord comme un pôle industriel florissant, puis comme un centre dynamique de Recherche et Développement (R&D).

1. La triple hélice du *high-tech* et de la recherche-développement

L'effacement des barrières entre les secteurs et l'enchevêtrement institutionnel au sein des acteurs de la triple hélice rendent difficile la quantification des activités de haute technologie. L'aire urbaine de Grenoble accueille environ 38 700 emplois dans le secteur des technologies de l'information et de la communication (TIC), de l'électronique et des micro et nanotechnologies, auxquels s'ajoutent 7000 emplois dans les biotechnologies, l'énergie, l'hydraulique (AEPI, 2008). Grenoble est le second centre français de R&D, avec des positions de niveau mondial dans les micro et nanotechnologies.

Un des traits sectoriels les plus marquants est la convergence entre des activités scientifiques et techniques autrefois séparées, qui favorise la création d'externalités de convergence, et résulte dans l'apparition de niches de recherche et d'applications industrielles. Les mathématiques appliquées sont essentielles au secteur du logiciel, lui-même fondamental pour la R&D en TIC et biotechnologies. Les laboratoires de Grenoble ont acquis une réputation mondiale pour les systèmes embarqués sur composants (EmSoC : *Embedded Systems On Chips*). La physique appliquée a des applications en électronique, optique, matériaux, imagerie, énergie.

L'implantation à Grenoble de l'entreprise lyonnaise BioMérieux (vaccins et diagnostic *in vitro*) est révélatrice de la recherche des externalités de convergence. La recherche d'une collaboration étroite avec les compétences grenobloises a conduit Mérieux à implanter en 2006 une unité de recherche dédiée à la biologie moléculaire, localisée

sur le polygone scientifique à proximité des infrastructures de recherche en micro et nanotechnologies et en physique moléculaire, comme l'Institut Laue-Langevin (ILL).

Whilst some are working in engine design, fuels, plastics and household products, others are looking at biological processes at cellular and molecular level. Still others may be elucidating the physics that could contribute to the electronic devices of the future (Institut Laue-Langevin, 2011).

1.1 Recherche publique et université

L'organisation dominante est le CEA-Grenoble (créé en 1956), branche du Commissariat à l'Energie Atomique (créé en 1945). Les 115 laboratoires du CEA emploient 2700 permanents (AEPI, 2008). Le plus important est le LETI (Laboratoire d'Electronique des Technologies de l'Information), créé à Grenoble en 1967 (1500 personnes). Le LETI a essaimé plus de 30 *start-ups*.

Parmi les autres organisations de recherche grenobloises figurent l'INRIA Rhône-Alpes (informatique et automatisme, 650 personnes) et le CNRS (1600 chercheurs et 69 laboratoires joints avec les universités). Certaines unités mixtes de recherche ont atteint une réputation mondiale, comme TIMA (systèmes embarqués) and VERIMAG-IMAG (tests de logiciels), dont le fondateur, Joseph Sifakis, a reçu en 2007 le Prix Turing, l'équivalent du Prix Nobel en informatique (source : <http://tima.imag.fr> ; www-verimag.imag.fr). Grenoble a attiré de grands équipements internationaux de recherche, comme l'Institut Laue-Langevin (ILL) en 1967, et le European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) en 1988. Ces deux instituts ont une équipe permanente de plus de 1000 personnes et attirent chaque année 7000 chercheurs temporaires (source : www.ill.eu, www.esrf.eu).

Pour maximiser les retombées de la proximité spatiale, le CEA-LETI et Grenoble INP³, avec le support financier des collectivités locales, ont créé Minatec, la plus importante plateforme technologique européenne dédiée à la recherche, à la formation et au transfert de technologie en micro et nanotechnologies (source : www.minatec.com). Inauguré en 2006, Minatec abrite 2400 chercheurs, 1200 étudiants et 600 employés d'entreprises industrielles (Robinson *et al.*, 2007). En octobre 2007, le Conseil général de l'Isère a dévoilé le projet GIANT (Grenoble Isère Alpes Nano-Technologies). Le but du programme est de profiter de la dénucléarisation et de la réhabilitation de la

³ Anciennement Institut National Polytechnique de Grenoble (INPG), l'INP regroupe les écoles d'ingénieurs grenobloises avec le statut de « grand établissement ».

presque-île scientifique entre Drac et Isère (Minatec, ILL, ESRF) pour créer un « nouveau MIT » et accueillir 10 000 chercheurs, 10 000 étudiants et 10 000 résidents à l'horizon 2020. Le projet prévoit la construction d'un million de m² avec un investissement de 1,2 milliards d'euros (Prest, 2010).

La disponibilité d'une main d'œuvre hautement qualifiée est reconnue comme un des facteurs majeurs d'attractivité d'un *cluster* (Cooke, 2007 ; Florida, 2002). L'agglomération grenobloise compte 62 000 étudiants. Les universités ont une tradition, ancienne et forte, de collaboration avec les entreprises et les laboratoires de recherche (Lawton Smith, 2003). Les six écoles d'ingénieurs de Grenoble INP couvrent l'ensemble des champs scientifiques et industriels majeurs du territoire (source : www.grenoble-inp.fr).

1.2 La recherche privée et les industries de haute technologie

Grenoble reste un centre d'industries traditionnelles (plastiques, métallurgie, mécanique, machines) mais les TIC, l'équipement électrique et l'électronique dominant. Le tableau 1 reprend la classification usuelle des entreprises d'un *cluster* : « firmes ancrées » (*anchor firms* ; cf. Feldman 2003) dont les racines locales sont anciennes, centres de R&D d'entreprises non locales, fournisseurs spécialisés, firmes essaimées (*spin-offs*). L'une des success stories les plus fameuses est celle de SOITEC, créée en 1992 par deux chercheurs du LETI. SOITEC est le leader mondial du silicium sur isolant (SOI), avec un chiffre d'affaires de 210 millions d'euros en 2009-2010 (source : www.soitec.com).

Selon la « théorie du diamant » de Porter (1998), la présence de fournisseurs spécialisés est un des éléments clés d'un *cluster*. Applied Materials et Mentor Graphics (Etats-Unis), ASML (Pays-Bas), et Tokyo Electron (Japon) sont leaders mondiaux dans leurs créneaux respectifs (cf. tableau 1). Le potentiel scientifique et technique local a attiré les centres de R&D d'entreprises extérieures au territoire qui cherchent à diversifier leur portefeuille de localisations. Schneider Electric, dont les racines sont locales bien que son siège soit à Paris (cf. section 2) a choisi Grenoble pour implanter son centre mondial de R&D, Electropôle, inauguré en 2006. Le site de 8 hectares accueille 1100 ingénieurs et chercheurs⁴.

⁴ Le tableau 1 n'inclut pas les entreprises de service, alors même que Grenoble est le berceau de Cap Gemini fondée en 1967 par Serge Kampf, aujourd'hui un des géants mondiaux de l'infogérance et du *business process outsourcing* (BPO).

Tableau 1. Entreprises avec des activités importantes de R&D localisées dans l'aire métropolitaine grenobloise - Sources : AEPI 2008 et recherches de l'auteur.

| Entreprise | Emploi local | Activité de R&D principale |
|---|--------------|--|
| « Firmes ancrées » ou « star companies » aux racines locales : centres de R&D et de production | | |
| STMicroelectronics | 6000 | Semiconducteurs |
| Schneider Electric | 5000 | Équipement électrique, énergie |
| Etablissements d'entreprises non originaires du territoire | | |
| Bull | 500 | Logiciels |
| E2v Semiconductors | 500 | Capteurs |
| Thalès Electron Devices | 400 | Imagerie médicale |
| Atral | 200 | Radio-électronique |
| Thalès Avionics LCD | 200 | Ecrans à cristaux liquides et à matrice active |
| Dolphin Integration | 100 | Calculateurs et avionique embarquée |
| Centres de R&D de multinationales | | |
| Air Liquide Research Center | 300 | Carburants cryogéniques pour véhicules spatiaux |
| Rio Tinto-Alcan | 250 | Aluminium et alliages |
| BioMérieux | 200 | Biologie moléculaire et diagnostic <i>in vitro</i> |
| Orange Labs | 200 | Télécommunications |
| Sun Microsystems ICNC | 200 | Applications réseaux |
| Xerox Research Center | 90 | Solutions cognitives et traitement de données |
| Essaimages du CEA-LETI | | |
| SOITEC | 900 | Silicium sur isolant (SOI) |
| Sofradir – Ulis | 300 | Imagerie infrarouge et détecteurs |
| CORYS TESS | 100 | Simulateurs de centrales électriques et nucléaires |
| Tronics Microsystems | 50 | Systèmes micro-électro-mécaniques (MEMS) |
| Fournisseurs d'équipements et logiciels spécialisés | | |
| Applied Materials | 190 | Équipements pour l'industrie des semiconducteurs |
| Air Liquide Electronic Systems | 100 | Distribution de fluides ultra-purifiés |
| ASML | 70 | Équipements de photolithographie |
| Faure Ingénierie | 50 | Matériel pour salles blanches |
| Mentor Graphics | 50 | Logiciels de CAO de micro-processeurs |
| Tokyo Electron | 50 | Équipements de test pour disque de silicium |

Parmi les joyaux de la technopole figure l'Alliance Crolles 2, inaugurée en 2003. Ce partenariat de 5 ans entre STMicroelectronics, Philips Semiconductors et Freescale Semiconductors fut le plus gros investissement industriel français de la décennie. Le site est dédié à la R&D et à la fabrication de microprocesseurs avec une lithographie de 30 à 92 nanomètres. Nano 2012 (ou Crolles 3) prévoit d'investir 2,3 milliards d'euros (dont 657 millions de financement public) dans la recherche et la fabrication de composants de type CMOS⁵ avec une gravure de 16 à 22 nanomètres. Le maître d'ouvrage du projet est STMicroelectronics, associé au CEA-LETI, à l'INRIA et au CNRS.

Le parc scientifique Inovalée, anciennement la ZIRST⁶, est le deuxième de France par l'ancienneté (1972) et la taille (après Nice - Sophia-Antipolis) avec 9500 emplois et 310 entreprises (source : www.inovallee.com). La principale structure d'incubation est GRAIN (Grenoble Alpes INcubateur), créé en 1999 par le CEA-Grenoble, le CNRS et les universités grenobloises (source : www.grain-incubation.com). L'ensemble des acteurs dans le domaine des micro et nanotechnologies est fédéré par un pôle de compétitivité de rang mondial, Minalogic, « qui a pour ambitions de construire le premier centre européen et l'un des trois plus grands centres au niveau mondial pour les puces miniaturisées intelligentes » (source : www.minalogic.com).

Au-delà de cette description de l'écosystème technologique grenoblois, il faut maintenant remonter la chaîne des actions, individuelles ou collectives, et des événements, parfois d'échelle mondiale, qui ont mis en marche le processus systémique et cumulatif de construction du *cluster*, tel qu'il a été décrit ci-dessus.

2. Des moulins à papier aux nanotechnologies : vagues d'innovations et cycles industriels

Des débuts de l'hydraulique en 1870 jusqu'à l'ère des nanotechnologies des années 2010 (Gouy-Gilbert et Parent, 2005), on assiste à une succession de « cycles Schumpéteriens » qui nourrit l'interprétation évolutionniste d'une croissance mue par le progrès technique et l'innovation (Freeman et Louca, 2001). Dans les années 1960, lorsque les industries des cycles initiaux entamèrent leur déclin, des activités plus sophistiquées étaient déjà en train d'émerger.

⁵ *Complementary Metal-Oxide Semiconductors*.

⁶ Zone pour l'Innovation et les Réalisations Scientifiques et Techniques.

2.1 Et Bergès vint...

Dotée de forêts, de dénivellations et d'eau abondante, la région grenobloise avait une longue tradition d'industrie papetière. Les années 1850-1860 furent une période brillante de croissance (une « phase A » de Kondratieff), dans un contexte de diffusion rapide des innovations. Lors de l'exposition universelle de Paris de 1867, Amable Matussière, papetier, rencontra Aristide Bergès, ingénieur en papeterie, et le convainquit de s'installer à Grenoble. C'est en 1869 que Bergès entra dans l'Histoire, en créant près de Grenoble la première usine hydraulique de haute chute, qui alimentait à l'origine un moulin à papier. Rapidement, son invention fut utilisée pour produire de l'électricité.

Dans les années 1880 commençait une nouvelle révolution industrielle fondée sur l'électricité et la chimie. Habile communicateur, Bergès inventa le terme de « Houille Blanche » pour promouvoir l'hydro-électricité durant l'Exposition universelle de Paris de 1889. En 1897, il fonda la Société d'éclairage électrique du Grésivaudan. L'Institut d'Electrotechnique de Grenoble, ancêtre de l'INP Grenoble, fut créé en 1898. Grenoble devint rapidement la capitale française de l'électricité. L'Exposition internationale de la Houille Blanche (de mai à octobre 1925) fut un énorme succès : un million de visiteurs, dans une ville de 85 000 habitants (Dalmaso, 2002).

2.2 Sagas entrepreneuriales et path-dependence technologique

En 1890, le transport de l'électricité sur de longues distances était impossible. Les ressources hydro-électriques locales favorisèrent le développement de l'électrometallurgie et de l'électrochimie dans les vallées voisines. Les installations hydrauliques nécessitaient des aciers de haute qualité et des équipements spécialisés (tubes, vannes, turbines...). La mécanique lourde devint florissante. Fondé en 1870, Bouchayet & Viallet employait 3000 personnes en 1918 (Armand, 1974). Neyret & Beyliet (1876) devint Neyrpic en 1917, et s'affirma après 1945 comme le leader mondial de l'équipement hydro-électrique, employant plus de 5000 personnes au début des années 1960 (Dalmaso et Robert, 2009). En 1955, Neyrpic externalisa son département de R&D qui devint la SOGREAH.⁷ C'est aujourd'hui un des leaders du conseil et de l'ingénierie en aménagement hydraulique et gestion de l'eau, avec 1185 salariés en 2009 (source : www.sogreah.fr).

⁷ Société Grenobloise de REcherche and d'Aménagement Hydraulique. En 2009, une fusion entre égaux avec COTEBA (ingénierie du bâtiment) donne naissance au groupe ARTELIA.

En 1920, P.-L. Merlin et G. Gérin fondèrent Merlin-Gérin, qui devint rapidement la première entreprise française de fabrication d'équipement électrique haute et moyenne tension. En 1951, elle employait 3500 personnes dans la région grenobloise (Veyret-Verner, 1952). En 1924, M. Le Gouellec créait Télémecanique (automatismes). Les deux entreprises ont été depuis absorbées par le groupe Schneider, pour finalement former un des noyaux principaux de Schneider Electric (15,8 milliards d'euros de chiffre d'affaires et 100 000 personnes dans le monde en 2009), une des pièces essentielles du *cluster* grenoblois.

Après 1945, les savoir-faire locaux dans l'industrie électrique conduisirent aux débuts de l'électronique. En 1955, la CSF ([Compagnie Générale de Télégraphie Sans Fil](#)) commença à fabriquer des circuits imprimés. En 1972, le CEA-Grenoble fonda EFCIS (Etude et Fabrication de Circuits Intégrés Spéciaux). CSF et EFCIS furent plus tard fusionnés dans Thomson Semiconducteurs, créée en 1982 par le gouvernement, qui fusionna à son tour en 1987 avec l'italien SGS pour créer SGS-Thomson. Bientôt renommée STMicroelectronics, cette dernière allait devenir un des leaders mondiaux de l'industrie des semi-conducteurs, avec 10,3 milliards de dollars de chiffre d'affaires en 2010 (source : www.st.com), et le pilier du pôle grenoblois des micro et nanotechnologies. En 1967, S. Kampf fondait Sogeti, qui devint Capgemini. Le cercle vertueux attira des investisseurs extérieurs. En 1992, HP (alors Hewlett-Packard) implantait à Grenoble le siège mondial de sa division PC pour entreprises, et Xerox y établissait le Xerox Research Center Europe (source : www.xrce.xerox.com).

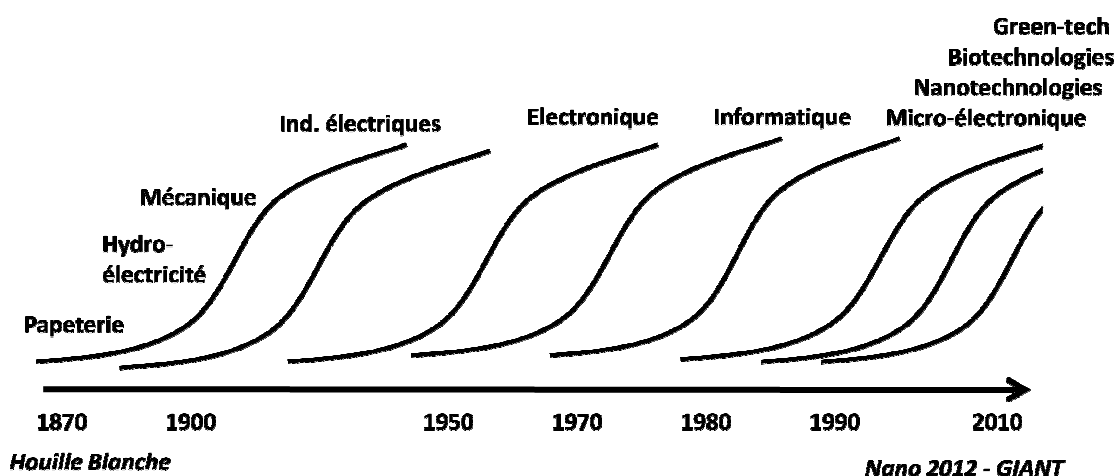
2.3 L'effondrement des vieilles activités manufacturières

Dans les années 1960, les industries les plus anciennes entrèrent dans le processus général de déclin des activités manufacturières. Grenoble était le berceau d'entreprises agro-alimentaires aux marques fameuses. Cémoi (chocolat, 1918) cessa ses activités en 1972, Lustucru (pâtes alimentaires, 1824) en 1987, Biscuits Brun (1883) en 1989... La métallurgie et la mécanique ont également souffert. Bouchayer & Viallet a déposé son bilan en 1967. GEC-Alstom-Neyrpic est réduit à peu de choses, avec moins de 500 personnes à Grenoble. L'agonie de l'industrie papetière, secteur historique de la région, est emblématique de ce déclin, avec la liquidation judiciaire de Matussière & Forest en 2008. Entre 1993 et 2008, les effectifs du secteur dans la zone d'emploi de Grenoble sont passés de 2770 à 975 (source : Pôle emploi). Seuls de petits producteurs spécialisés dans les papiers haut de gamme ont survécu.

2.4 Un des facteurs de la résilience économique des territoires : l'importance du rythme dans les cycles technologiques et économiques

Conformément à la théorie du cycle de vie du produit (Vernon, 1966), lorsqu'une technologie devient mature, le déclin de la production et/ou la délocalisation sont proches. Et on assiste depuis plusieurs décennies à un raccourcissement des cycles de vie des produits. Parce qu'un territoire ne peut pas passer en un jour d'une économie de cols bleus à une économie de cols blancs, il est primordial que les cycles industriels et technologiques se succèdent sur un rythme rapide et se chevauchent (*cf.* figure 1), pour que les transferts de technologie, de capitaux, de savoir-faire, s'opèrent sans temps morts, et que le tissu économique et social puisse monter en gamme (augmentation de la part de la R&D et de la valeur ajoutée par emploi).

Figure 1. Les cycles d'innovation et d'industrie à Grenoble



Source : Auteur

Ce processus est plus efficace si les secteurs industriels qui se succèdent sont liés les uns aux autres, ou situés dans des domaines connexes. C'est ce qui s'est passé à Grenoble. Ce processus évolutif se retrouve dans le domaine des organisations de recherche publique comme le CEA-Grenoble, un des fondateurs de STMicroelectronics, dont le cœur de recherche est passé du nucléaire *stricto sensu* aux technologies d'information et aux nanotechnologies. La ganterie, industrie de main d'œuvre difficilement mécanisable, s'est au contraire retrouvée dans une impasse. Toutefois, les profits réalisés tout au long du 19^{ème} siècle ont favorisé l'émergence de banques locales qui ont supporté dès 1870 la croissance des secteurs technologiques.

3. La co-évolution des institutions et l'émergence d'une idéologie commune

La co-évolution des institutions avec l'émergence de nouveaux secteurs est une clé de l'histoire de l'innovation (Boschma et Frenken 2006). L'attention des commentateurs a été attirée par la capacité des acteurs grenoblois à évoluer ensemble (De Bernardy et Boisgontier, 1996 ; De Bernardy, 1999 ; Novarina, 1996). Les institutions sont faites d'individus. Pour que les dynamiques d'agglomération au sein d'un cluster donné produisent pleinement leurs effets, il faut que la proximité physique soit renforcée par la proximité relationnelle (Torre et Rallet, 2005), ce qui suppose compréhension et confiance. Le système d'acteurs grenoblois a vu précocement tomber les barrières entre les différents secteurs institutionnels et leurs dirigeants — qui constituent ce qu'on appelle usuellement les « élites locales ». Comme le souligne Joly (2005, p. 14) : « La dynamique grenobloise est marquée par la consolidation d'un réseau d'élites autour d'une vision commune du développement local par l'innovation ».

Les « villes qui gagnent » (Benko et Lipietz, 1992) montrent presque toujours un long processus de constitution du capital financier, culturel et intellectuel local, condition primordiale de la résilience des territoires. Ville de taille modeste, Grenoble était toutefois une capitale provinciale (du Dauphiné). La première université grenobloise fut créée (temporairement) en 1339, le Parlement en 1453. Au 18ème siècle, la ville possédait une bourgeoisie de clercs, de marchands et d'industriels qui démontra son importance et son dynamisme lors des événements pré-révolutionnaires de 1788.

En 1833, Grenoble possédait une douzaine de banques, dont le rôle s'avéra déterminant tout au long du 19ème siècle dans le financement des industries nouvelles, gourmandes en capitaux. A partir de 1887, G. Charpenay fut surnommé « le banquier de la houille blanche » (Pillet, 2000). La création de l'Institut d'Electrotechnique de Grenoble en 1892 est exemplaire de l'association précoce entre les universitaires, les industriels et les autorités publiques. En 1947, P.-L. Merlin, patron de Merlin-Gérin, créa avec le recteur de l'Académie de Grenoble l'Association des Amis de l'Université de Grenoble pour promouvoir l'alliance industrie - université.

Au tournant du 20ème siècle, les élites locales commencèrent à pratiquer l'alpinisme et le ski, fondant des clubs, construisant des refuges, avec le soutien actif des autorités militaires qui voyaient dans ces pratiques un moyen d'élévation physique et morale propice à la préparation de la « Revanche ». C'est dans cette période que se forgea

« l'idéologie grenobloise » positiviste, techniciste et élitiste, qui fusionnait les accomplissements sportifs et technologiques dans un même « esprit pionnier ».

Tableau 2. Les maires de Grenoble : les scientifiques s'emparent de l'hôtel de ville.¹⁰

| Mandat | Nom | Profil académique et professionnel |
|------------------------|------------------|--|
| 1881-1888 | Edouard Rey | Gantier |
| 1888-1896 | August Gaché | Médecin |
| 1896-1904 | Stéphane Jay | Gantier |
| 1904-1908 | Charles Rivail | Avocat |
| 1908-1910 | Félix Viallet | Industriel (mécanique et hydro-électricité) |
| 1910-1919 | Nestor Cornier | Ingénieur en cimenterie |
| 1919-1932 | Paul Mistral | Dessinateur, comptable |
| 1932-1935 1945-1959 | Léon Martin | Professeur de chimie et de toxicologie |
| 1959-1965 | Albert Michallon | Chirurgien |
| 1965-1983 | Hubert Dubedout | Ingénieur, officier de marine, chercheur au CEA |
| 1983-1995 | Alain Carignon | Diplômé en gestion, CCI de Grenoble |
| 1995-2011 | Michel Destot | Docteur en physique nucléaire, CEA-LETI, créateur de start-up. |

Source : Auteur

Le profil professionnel des maires de Grenoble est révélateur de la co-évolution entre les entreprises, la recherche et la vie politique locale (*cf.* tableau 2). A la fin du 19^{ème} siècle, la ganterie était bien représentée. En 1908, Felix Viallet, fondateur de l'entreprise emblématique Bouchayer & Viallet (mécanique lourde et hydro-électricité) couronne sa carrière industrielle en accédant au fauteuil de maire. A partir de 1945, scientifiques et chercheurs se succèdent à l'hôtel de ville. Les exemples les plus notoires sont Hubert Dubedout et Michel Destot (mandat en cours en 2011), les plus longs mandats de l'après-guerre. Tout deux ont travaillé au CEA-Grenoble. M. Destot est docteur en physique nucléaire. En 1989, alors qu'il était chercheur au LETI, il a fondé CORYS-TESS, entreprise spécialisée dans les simulateurs de contrôle de centrale électrique.¹¹ Avec des conseils municipaux garnis de scientifiques (Thomasson, 2005), il est logique que les grands projets de développement urbains et

¹⁰ Le tableau ne mentionne pas F. Lafleur, M. Bally et R. Perinetti qui ont effectué de brefs mandats dans la période 1944-1949.

¹¹ En 2011, l'entreprise est détenue par AREVA et EDF.

scientifiques de la « Métro »¹² soient menés avec célérité. Toutefois, ce système institutionnel n'aurait pas produit ses effets sans le contexte créé par les guerres, avec l'émergence du complexe militaro-industriel (CMI) et le support d'un « parrain » entreprenant et influent, Louis Néel.

4. Le maillon manquant : la guerre, le complexe militaro industriel, et la géographie

La géographie (présence de chutes d'eau) a joué un rôle important à l'origine des premiers cycles technologiques et industriels. Mais elle a eu une autre influence peu médiatisée sur la fortune de la ville : la situation à l'écart des théâtres d'opérations militaires a favorisé le développement d'activités liées au CMI. Dès le début de la Première Guerre mondiale, les régions industrielles du Nord furent envahies¹³, Loin du front, les industries grenobloises avaient beaucoup à offrir au secteur de l'armement. La R&D et la production s'envolèrent dans les industries de l'acier, de l'aluminium, du magnésium (canons, obus), dans la chimie (explosifs, gaz de combat). Après la guerre, la localisation stratégique de la ville devint évidente. Vu le sort des mines de charbon du Nord et de l'Est en 1914 (et aussi en 1940), l'énergie hydroélectrique renouvelable des Alpes devenait un atout stratégique pour les activités liées à la défense. En 1930, Merlin-Gérin devint le contractant unique pour l'équipement électrique de la marine nationale (Veyret-Verner, 1952).

4.1 La politique de grandeur nationale, la Guerre froide, et Louis Néel

Le potentiel grenoblois souffrit peu de la Deuxième Guerre mondiale, la ville étant une fois encore loin des zones de combat (les troupes italiennes furent aisément contenues dans les Alpes). Entre juin 1940 et novembre 1942, Grenoble resta en zone libre, ce qui permit aux activités de recherche de se poursuivre. Le 8 mai 1945 constitua un nouveau point de départ pour la saga « high-tech ». Le gouvernement prit des mesures pour restaurer le pays dans sa grandeur passée. La France s'efforça de suivre, à distance certes, la course aux armements conventionnels et nucléaires imposée par les Etats-Unis et l'URSS. Les industries grenobloises profitèrent largement de la reconstruction et de la croissance des trente glorieuses. Entre 1954 et 1968, la croissance de Grenoble fut la plus rapide de toutes les grandes villes

¹² Communauté d'Agglomération Grenoble-Alpes-Métropole.

¹³ Celles de l'Est étaient en partie occupées par l'Allemagne depuis 1870.

françaises, de 190 000 à 335 000 habitants dans l'aire urbaine. Mais le tournant décisif fut la décision de localiser à Grenoble une partie de la recherche dans le domaine de l'énergie nucléaire et de l'électronique militaire. Cet effort culmina après 1958 et le retour au pouvoir du Général de Gaulle. Grenoble avait alors trois atouts essentiels :

- la ressource en eau abondante et renouvelable pour le refroidissement et l'alimentation électrique des équipements ;
- un pôle scientifique préexistant ;
- une situation géographique éloignée du Rideau de fer. Depuis 1945, comme le rappelait de Gaulle, les blindés soviétiques étaient cantonnés à « une étape du tour de France » de Strasbourg. Ceci explique *a contrario* pourquoi les régions du Nord et de l'Est ne bénéficièrent jusqu'en 1990 d'aucun équipement notable lié à la défense.

L'homme qui permit à la ville de valoriser pleinement ces atouts fut Louis Néel (1904-2000), patron et icône de la science grenobloise du 20^{ème} siècle. Spécialiste du magnétisme, Prix Nobel de physique en 1970, Néel favorisa la création d'un « empire physicien dans la province française » (Pestre, 1990). La comparaison s'impose avec F. Terman (1900-1982), un des pères fondateurs de la Silicon Valley (Saxenian, 1995).

Avant la guerre, Néel était professeur à Strasbourg. Après août 1939, il travailla sur la protection des navires contre les mines au centre d'études de la marine de Toulon. Peu de temps après la débâcle de 1940, Néel installait son laboratoire à Grenoble, en zone non occupée (Barbara, 2001). A partir de 1945, Néel profita du contexte de l'après-guerre et de ses relations dans les milieux politiques et militaires pour développer considérablement les laboratoires grenoblois. En 1954, il fut nommé directeur de l'Institut Polytechnique de Grenoble, puis directeur-fondateur du CEA-Grenoble (1956-1970). Membre du Conseil Scientifique de l'OTAN, ami proche de P.-L. Merlin, Néel fut un des pionniers de la « triple-hélice » Université - Gouvernement - Entreprise. L'implantation à Grenoble de l'ILL en 1967 et de l'ESFR en 1988 doit beaucoup à l'action et à la personnalité de Néel.

L'influence de personnalités comme Bergès ou Néel montre que la *path dependence* découle largement des relations personnelles. Néel se comporta comme un parrain, formant une génération de chercheurs et de collaborateurs, dont l'influence s'avéra parfois importante. Le premier adjoint de Néel au CEA n'était autre que H. Dubedout, qui devint le plus important maire de Grenoble du 20^{ème} siècle. Dubedout comptait parmi ses adjoints M. Destot, chercheur au CEA, futur maire de Grenoble (1995 à

2011, mandat en cours). Lorsque Destot présenta sa thèse de doctorat en physique, le jury fut présidé par... L. Néel.

Aujourd'hui, la R&D grenobloise reste liée à la défense. L'électronique sur SOI et les composants CMOS sont des éléments de l'électronique « durcie » à application militaire. Les composants EmSOC et les MEMS (*Micro Electro-Mechanical Systems*) sont essentiels pour l'avionique moderne. Les laboratoires TIMA et VERIMAG ont développé des partenariats avec la crème des entreprises de défense françaises, américaines, allemandes et israéliennes (source : sites Web des laboratoires). Sofradir-Ulis, essaimée du CEA-LETI en 1986, est un leader de la détection infrarouge, avec Thalès, Safran et Areva comme actionnaires.

Ainsi, les succès actuels de Grenoble comme centre majeur de R&D ne peuvent pas se comprendre sans la prise en compte du contexte politique et stratégique national¹⁴. Un pays qui n'est pas à la pointe de la recherche en micro et nanotechnologies ne peut pas être doté d'une industrie de défense indépendante. Malgré des signes d'essoufflement manifeste, le maintien d'une politique de « grandeur nationale » dans les domaines industriel, militaire et géopolitique explique que ces secteurs bénéficient des largesses budgétaires de l'Etat, appuyées par les financements européens.

5. Discussion et perspectives : résilience du territoire, géographie, politique et technologie

L'évolution d'une région économique suit une trajectoire dont les variations sont normalement d'une amplitude restreinte, parce que la mobilité des facteurs de production est généralement limitée (Breschi et Malerba, 2005, p. 1). C'est pour cette raison que les succès économiques du présent peuvent souvent s'expliquer a posteriori par les succès antérieurs (Boschma et Frenken 2006, Storper 1988). Toutefois, des événements "catastrophiques", parce qu'ils bouleversent les conditions existantes sur le long terme, peuvent provoquer des bifurcations brutales, des changements de grande amplitude et de longue durée, avec des conséquences parfois désastreuses (*cf.* par exemple l'Allemagne orientale après 1945). Dans le cas de

¹⁴ « Le succès du LETI, de Minatoc, de Crolles... est le couronnement de plusieurs dizaines d'années de recherches issues à l'origine du nucléaire. Il a fallu développer une électronique capable de fonctionner dans des environnements hautement radioactifs, ce qui a motivé la création du LETI en 1967 » (Jean Therme, directeur du CEA-Grenoble, *Chronique du CEA* n° 73, 2002).

Grenoble, comme nous l'avons montré, les événements géopolitiques majeurs ont eu au contraire un effet positif dans l'émergence du pôle industriel et technologique. Mais « la fortune favorise les régions préparées », comme l'écrivent Feldman et Francis (2003) en s'inspirant de Pasteur. Les événements qui ont favorisé la croissance économique de la ville n'auraient pas pu produire leurs effets sans l'existence d'idiosyncrasies locales utilisées à bon escient par les acteurs locaux et les institutions existantes.

5.1 La primauté de la géographie : des facteurs de production aux externalités non marchandes

La succession des cycles technologiques, la co-évolution des institutions politiques avec les organismes de recherche et les entreprises, l'action d'individus clés, et le fait du prince imposé par un contexte géopolitique bien particulier, ont joué un rôle fondamental dans l'évolution de la ville. Grenoble permet d'illustrer le phénomène de l'apprentissage territorial (*learning regions*) qui est une base importante dans les interprétations évolutionnistes des *clusters* innovants (Malecki et Oinas, 1999 ; Malmberg et Maskell, 2006 ; Morgan 2004).

De 1870 à nos jours, la production des avantages locaux a été complètement réinventée, et les atouts géographiques recyclés. Entre 1850 et 1950, les facteurs naturels ont joué un rôle direct dans l'émergence des innovations et des cycles industriels. Plus tard, ces facteurs déclinèrent. Entre 1914 et 1990, la situation géostratégique de la ville a favorisé l'implantation d'activités de R&D liées de près ou de loin au complexe militaro-industriel. Compte tenu du contexte géostratégique belliqueux du moment, peu d'autres sites convenaient (Toulouse ayant accueilli, pour sa part, le complexe aérospatial). Aujourd'hui, les conditions créées par l'environnement montagneux jouent un rôle renouvelé dans le dynamisme de l'économie.

La littérature qui analyse le lien entre les aménités territoriales et la croissance urbaine est abondante (Florida, 2002 ; Glaeser, 2005 ; Storper et Scott, 2009). De fait, les montagnes qui entourent Grenoble constituent un cadre de vie recherché. Les entreprises et les organismes locaux de recherche ont dès lors peu de difficultés à attirer les « cerveaux ». Par ailleurs, comme cela a été évoqué plus haut, la pratique des sports de montagne est un élément structurant du système de valeurs local. Alpinisme et randonnée sont dotés d'une dimension psychologique bien adaptée à

l'idéologie pionnière autoproclamée des élites locales. H. Dubedout pratiquait l'alpinisme. M. Destot, le maire actuel, revendique sur son site Web les ascensions du Mont-Blanc et de l'Aconcagua (www.micheldestot.fr). Toutefois, il n'y a pas de déterminisme absolu des aménités (Storper et Scott 2009, p. 156). Dans ce chapitre, nous avons montré que l'explication provient de l'action conjuguée d'un système de facteurs, qui produit ses effets dans un référentiel historique et spatial aux multiples échelles.

5.2 Regard vers le futur: Marshall versus Jacobs ? (Van der Panne, 2004)

La capitale du Dauphiné a fait preuve depuis un siècle et demi d'une capacité de résilience face aux conflits, aux crises économiques, aux mutations technologiques, à la compétition avec les pays émergents dans le contexte d'une économie de plus en plus mondialisée. Mais la ville doit faire face aux externalités négatives qui sont la rançon ordinaire du succès et de la croissance urbaine : congestion routière, pollution atmosphérique, inflation immobilière. La situation géographique aggrave la pénurie foncière et exacerbe les difficultés de transport. Le manque de pouvoir décisionnel (les sièges sociaux des grandes entreprises sont ailleurs) pourrait également devenir une faiblesse à moyen terme.

L'engagement résolu dans la voie des micro et nanotechnologies pourrait conduire à une mono-activité dangereuse. Toutes choses égales par ailleurs, la spécialisation affaiblit la résilience des territoires si les facteurs historiques de production viennent à disparaître ou si les acteurs locaux se retrouvent face à une situation de blocage (ou *lock-in*) institutionnel face à l'émergence de nouveaux cycles d'innovation. L'exemple des villes de la *Rust Belt* américaine est parlant. Dans une ville de taille modeste, la recherche de l'excellence industrielle et scientifique implique la spécialisation, source d'externalités de type M.A.R.¹⁵ (Audretsch et Feldman, 1996 ; Glaeser *et al.*, 1992), mais au détriment des externalités de diversité dites « de Jacobs », caractéristiques des métropoles plus importantes (Jacobs, 1969).

Toutefois, spécialisation et diversification sont des notions relatives. Le tissu industriel et scientifique Grenoblois bénéficie d'externalités de convergence (*cf.* section 1) qui résultent de complémentarités entre des secteurs proches ou connexes (Lipsey *et al.*, 2006). Les nanotechnologies sont une technologie multi-usages ou

¹⁵ En 1992, E. Glaeser propose une synthèse des travaux de A. Marshall, K. Arrow et P. Romer, qui ont mis en évidence l'importance des mécanismes de diffusion du savoir et des compétences (*knowledge spillover*) à l'oeuvre dans les agglomérations économiques spécialisées.

general purpose (Bresnahan et Trajtenberg, 1995) dans la multiplicité de leurs applications. L'émergence locale des biotechnologies et du *greentech* (deux axes du projet GEANT) montre que le *cluster* a entamé sa diversification (Joly, 2005). Lorsque le chemin est prometteur, il n'y a pas d'urgence à se défaire de la *path dependence* (Hassink, 2005).

5.3 La technopole face à la question sociale et environnementale

Le développement technologique ne fait pas l'unanimité. Les écologistes critiquent l'alliance entre le pouvoir politique, le CMI et les organismes de recherche dans la construction de projets qu'ils considèrent comme mégalomanes et dangereux. Thomasson (2005) dénonce des comportements d'« apprentis – sorciers » qui conduiraient à matérialiser le scénario catastrophe décrit par P. Virilio (1998)¹⁶. C'est là un débat politique et même philosophique. Pour Atkinson et Castro (2008), les TIC n'auraient au contraire que des effets bénéfiques sur la santé, la qualité de la vie et le développement durable.

A moyen terme, la résilience d'un territoire, c'est aussi la capacité à limiter les phénomènes de ségrégation et de délitement sociospatiaux liés à la métropolisation (Pecqueur et Rousier, 2005). En 2010, une série de règlements de compte sanglants, et la médiatisation d'une ville violente et pauvre qui s'en est suivie, ont malmené « l'ubris technopolitain » des leaders locaux. En janvier 2010, *Acteurs de l'économie Rhône-Alpes* dévoilait la paupérisation grandissante de la ville-centre. Alors que les banlieues pavillonnaires du Grésivaudan comptent parmi les communes les plus riches de France, « 22 % des Grenoblois vivent en dessous du seuil de pauvreté, contre 13 % au niveau national » (Beaudoing 2010, p. 6).

Ce chapitre rejoint enfin la thèse selon laquelle les expériences localisées de développement économique sont difficilement reproductibles, tant les idiosyncrasies du territoire jouent un rôle important dans son évolution. Dans le cas de Grenoble, la mécanique des cercles vertueux de la *path dependence* technopolitaine est finalement assez facile à régler par les acteurs concernés. En revanche, l'effet systémique de la fracture sociale et territoriale grandissante entre les laissés pour compte et les

¹⁶ Paul Virilio est connu pour ses essais sur la vitesse, la technologie, et leur impact sur les sociétés contemporaines. Dans *La bombe informatique*, il examine les effets pervers de la numérisation de la société : l'accélération généralisée, la surveillance, l'atomisation sociale, et la multiplication des "cyberconflits" à toutes les échelles.

participants actifs de la « triple hélice » technopolitaine sera bien plus difficile à contrarier.

Références

- AEPI (2008). «Microelectronics and nanotechnology». www.grenoble-isere.com/etudes-et-territoires/pdf_filiere/Micronano2008_GB.pdf
- Armand, G. (1974). *Villes, centres et organisation urbaine des Alpes du Nord*, Allier, Grenoble.
- Arthur, W. B. (1994). *Increasing Returns and Path Dependence in the Economy*, Ann Arbor, University of Michigan Press.
- Atkinson, R. D. et D. D. Castro (2008). *Digital Quality of Life. Understanding the Personal & Social Benefits of the Information Technology Revolution*, Washington DC, Information Technology and Innovation Foundation.
- Audretsch, D. B. et M. P. Feldman (1996). «R&D spillovers and the geography of innovation and production», *American Economic Review*, Vol. 86, n° 3, p. 630-640.
- Barbara, B. (2001). «L'œuvre de Louis Néel». <http://neel.inpg.fr/IMG/pdf/oeuvre.pdf>
- Beaudoing, M. (2010). «Grenoble ville pauvre», *Acteurs de l'économie Rhône-Alpes* janvier. www.acteursdeleconomie.com/archives/act87p6.pdf.
- Benko, G. (1991). *Géographie des technopôles*, Paris, Masson.
- Benko, G. et A. Lipietz (1992). *Les régions qui gagnent. Districts et réseaux : les nouveaux paradigmes de la géographie industrielle*, Paris, PUF.
- Blank, S. (2007). «The Secret History of Silicon Valley». www.youtube.com/watch?v=hFSPHfZQpIQ
- Boschma, R. A. et K. Frenken (2006). «Why is economic geography not an evolutionary science? Towards an evolutionary economic geography», *Journal of Economic Geography*, Vol. 6, n° 3, p. 273-302.
- Braunerhjelm, P. et M. P. Feldman (dir) (2006). *Cluster Genesis: Technology-Based Industrial Development*, Oxford, Oxford University Press.
- Breschi, S. et F. Malerba (dir.) (2005). *Clusters, networks and innovation*, Oxford, Oxford University Press.
- Bresnahan, T. et M. Trajtenberg (1995). «General purpose technologies: engines of growth?», *Journal of Econometrics*, Vol. 65, n° 1, p. 83-108.
- Castells, M. et P. Hall (1994). *Technopoles of the World: the making of 21st century industrial complexes*, Londres, Routledge.

- Cooke, P. (2007). «Regional innovation, entrepreneurship and talent systems », *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, Vol. 7, n° 2, p. 117-139.
- Dalmasso, A. (2002). «L'énergie hydroélectrique et le Dauphiné, une histoire industrielle», *La Houille Blanche*, n° 4-5, p. 23-27.
- Dalmasso, A. et Robert, E. (2009). *Neyrpic Grenoble, histoire d'un pionnier de l'hydraulique mondiale*, Renage, Dire l'Entreprise.
- De Bernardy, M. (1997). «Efficience de l'innovation à Grenoble : fins stratégiques et jardiniers méticuleux», *Revue de Géographie Alpine*, Vol. 85, n° 4, p. 155-174.
- De Bernardy, M. (1999). «Reactive and proactive local territory: co-operation and community in Grenoble», *Regional Studies*, Vol. 33, n° 4, p. 343-352.
- De Bernardy, M. et P. Boisgontier (1996). *La technopole, une certaine idée de la ville*, Paris, L'Harmattan.
- Druilhe, C. et E. Garnsey (2000). «Emergence and growth of high-tech activity in Cambridge and Grenoble», *Entrepreneurship and Regional Development*, Vol. 12, n° 2, p. 163-177.
- Etzkowitz, H. (2008). *The Triple Helix: University-industry-government. Innovation in Action*, Londres, Routledge.
- Feldman, M. P. (2003). «The locational dynamics of the US biotech industry: knowledge externalities and the anchor hypothesis», *Industry and Innovation*, Vol. 10, n° 3, p. 311-328.
- Feldman, M. P. et J. Francis (2003). «Fortune favors the prepared region: the case of entrepreneurship and the Capitol Region biotechnology cluster», *European Planning Studies*, Vol. 11, n° 7, p. 765-788.
- Florida, R. (2002). «The economic geography of talent», *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 92, n° 4, p. 743-755.
- Fontenay, C. et E. Erran (2004). «Israel's Silicon Wadi: the forces behind cluster formation», dans T. Bresnahan et A. Gambardella, A. (dir.), *Building High-Tech Clusters: Silicon Valley and beyond*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 40-77.
- Freeman, C. et F. Louca (2001). *As Time Goes By: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*, Oxford, Oxford University Press.
- Glaeser, E. et al. (1992). «Growth in Cities», *Journal of Political Economy*, Vol. 100, n° 6, p. 1126-1152.
- Glaeser, E. (2005) «Smart Growth: Education, Skilled Workers and the Future of Cold-Weather Cities». Cambridge (MA), Harvard University, Kennedy School, Policy Brief PB-2005-1.

- Gouy-Gilbert, C. et J.-F. Parent (dir.) (2005). *De la houille blanche à la microélectronique*, Grenoble, Editions Conservation du Patrimoine de l'Isère.
- Grossetti, M. (2001). «Genèse de deux systèmes urbains d'innovation en France : Grenoble et Toulouse», *Réalités Industrielles - Annales des Mines*, février, p. 68-72.
- Hassink, R. (2005). «How to unlock regional economies from path dependency? From learning region to learning cluster», *European Planning Studies*, Vol. 13, n° 4, p. 521-535.
- Institut Laue-Langevin (2011) «What is the ILL? », www.ill.eu/about/what-is-the-ill/
- Jacobs, J. (1969) *The economy of cities*, New York, Random House.
- Joly, P.-B. (2005). *Démocratie locale et maîtrise sociale des nanotechnologies*, Rapport d'étude pour la Communauté d'agglomération de Grenoble, http://sciencescitoyennes.org/IMG/pdf/NanoGrenoble_rapport_final_05_09_22.pdf
- Krugman, P. (1991). «Increasing returns and economic geography», *Journal of Political Economy*, Vol.99, n° 3, p. 483-99.
- Lawton Smith, H. (2003). «Knowledge organizations and local economic development: The cases of Oxford and Grenoble», *Regional Studies*, Vol. 37, n° 9, p. 899-909.
- Lipsey, R. G., K. I. Carlaw, et C. T. Bekar (2006). *Economic Transformations: general purpose technologies and long term economic growth*, Oxford, Oxford University Press.
- Malecki, E. J. et P. Oinas (dir.) (1999). *Making Connections: Technological Learning and Regional Economic Change*, Aldershot, Ashgate.
- Malmberg, A. et P. Maskell (2006). «Localized learning revisited», *Growth and Change*, Vol. 37, n° 1, p. 1-18.
- Markusen, A. et al. (1991). *The Rise of the Gunbelt*, New York, Oxford University Press.
- Martin, R. et P. Sunley (2006). «Path dependence and regional economic evolution», *Journal of Economic Geography*, Vol. 6, n° 4, p. 395-437.
- Morgan, K. (2004). «The exaggerated death of geography: learning, proximity and territorial innovation systems», *Journal of Economic Geography*, Vol. 4, n° 1, p. 3-21.
- Nelson, R. (1995). «Co-evolution of industry structure, technology and supporting institutions, and the making of comparative advantage», *International Journal of the Economics of Business*, Vol. 2, n° 2, p. 171-184.
- Novarina G. (1996). «Les acteurs du développement technopolitain : analyse du cas grenoblois », dans E. Perrin et M. Perraldi (dir.), *Réseaux productifs et territoires urbains : cultures urbaines, marchés, entreprises et réseaux*, Toulouse, Presses universitaires du Mirail, p. 235-247.

- Pestre, D. (1990). *Louis Néel, le magnétisme et Grenoble. Récit de la création d'un empire physicien dans la province française 1940-1965*, Paris, CNRS Editions.
- Pillet, J. (2000). *Charpenay, Banquier de la Houille Blanche*, Jacques Pillet, Grenoble.
- Pecqueur, B. et N. Rousier (2005). «Villes technopoles et ségrégation spatiale», dans M.A. Buisson et D. Mignot (dir.), *Concentration économique et ségrégation spatiale*, Paris, De Boeck Université, p. 201-219.
- Porter, M. E. (1998). «Clusters and the new economics of competition », *Harvard Business Review*, Vol. 76, n° 6, p. 77-90.
- Prest, M. (2010). «A technological powerhouse to rival MIT and Oxbridge», *The Independent*, 19 January.
- Robinson, D., A. Rip et V. Mangematin (2007). «Technological agglomeration and the emergence of clusters and networks in nanotechnology », *Research Policy*, Vol. 36, n° 6, p. 871-879.
- Saxenian, A. (1994). *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*, Cambridge (MA), Harvard University Press.
- Saxenian, A. (1995). «Creating a Twentieth Century technical community: Frederick Terman's Silicon Valley, Symposium on The Inventor and the Innovative Society», Washington DC, National Museum of American History, 10-11 November.
- Storper, M. (1988). «Big structures, small events, and large processes in economic geography», *Environment and Planning A*, Vol. 20, n° 2, p. 165-185.
- Storper, M. (2009). «Regional context and global trade », *Economic Geography*, Vol. 85, n° 1, p. 1-22.
- Storper, M. et A. J. Scott (2009). «Rethinking human capital, creativity, and urban growth», *Journal of Economic Geography*, Vol. 9, n° 2, p. 147-167.
- Storper, M. et A. J. Venables (2004). «Buzz: face-to-face contact and the urban economy», *Journal of Economic Geography*, Vol. 4, n° 4, p. 351-370.
- Sturgeon, T. (2000). «How Silicon Valley came to be ». In: Kenney, M. (ed.), *Understanding Silicon Valley: Anatomy of an Entrepreneurial Region*, Stanford, Stanford University Press, p. 15-47.
- Thomasson, S. (2005). «Pourquoi il faut fermer le CEA Grenoble». www.piecesetmaindoeuvre.com/IMG/pdf/Fermer_le_CEA.pdf
- Torre, A. et A. Rallet, (2005). «Proximity and Localization», *Regional Studies*, Vol. 39, n° 1, p. 47-59.
- Treby, G. (2009). «Heir to a Glove Town's Legac », *The New York Times*, October 22, p. E1.
- Van der Panne, G. (2004). «Agglomeration externalities: Marshall versus Jacobs», *Journal of Evolutionary Economics*, Vol. 14, n° 5, p. 393-604.

- Vanier, M. (2007). « Grenoble : une technopole en quête d'horizon métropolitain ». In : Motte, A. (ed.), *Les agglomérations françaises face aux défis métropolitains*, Paris, Economica, p. 62-79.
- Vernon, R. (1966). « International investment and international trade in the product cycle », *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 80, n° 2, p. 190-207.
- Veyret-Verner, G. (1952). « Deux usines pilotes », *Revue de Géographie Alpine*, Vol. 40, n° 2, p. 183-195.
- Virilio, P. (1998). *La Bombe informatique : essai sur les conséquences du développement de l'informatique*, Paris, Galilée.